

Sachbericht

zum Verwendungsnachweis

zu FuE-Vorhaben

Reg.-Nr.:	MF110019
FuE-Einrichtung:	Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V., Rudolstadt
Titel:	Entwicklung einer Technologie zur Modifizierung von Melaminharz-Spinnvliesen für den Einsatz als Feuerblocker-Teppichrücken
Projektlaufzeit:	01.06.2011 – 30.11.2012

Rudolstadt, den 30.07.2013

Name und Telefonnummer des Projektleiters: Christoph Kindler; (03672) 379 240

Firmenstempel

Unterschrift des Projektleiters

Inhalt

1. Einleitung und Technisch-technologische Zielstellung des Vorhabens	4
2. Darstellung der erzielten Vorhabensergebnisse	5
2.1. Anforderungsprofil von Melaminharz-Spinnvliesen als Feuerblocker- Teppichrücken	6
2.2. Modifizierung von marktzugänglichen MER-Granulaten	6
2.2.1. Zusätze zur Absenkung der Schmelzeviskosität	7
2.2.2. Zusätze zur Verbesserung der Fasereigenschaften	8
2.2.3. Zusätze zum Anfärben der Melaminharz-Spinnvliese	10
2.2.4. Zusätze zur Anpassung der Oberflächeneigenschaften	12
2.3. Herstellung und Optimierung der spinntechnisch-modifizierten Melaminharz- Spinnvliese	13
2.3.1. Optimierung des Spinnverhaltens	13
2.3.2. Optimierung der erreichbaren Faserfeinheiten	14
2.3.3. Spinntechnisch erreichbare Vliesfestigkeitseigenschaften	16
2.3.4. Einfluss der Zusätze auf die Feuerblocker-Eigenschaften	17
2.4. Modifizierung der Melaminharz-Spinnvliese durch Variation der Vliesablage	17
2.4.1. Verklebungstendenz der einzelnen noch thermoplastisch verformbaren MER-Fasern	17
2.4.2. Einfluss des Abstandes zwischen Spinnbalken und Faserabscheidevorrichtung	18
2.4.3. Untersuchungen zum Einfluss der Luftabsaugung	18
2.4.4. Untersuchungen zur gleichmäßigen Vliesbildung über den Querschnitt	20
2.4.5. Untersuchungen durch Verwendung von Abstandswalzen	20
2.5. Einfluss der HCl-Begasungsluft	21
2.6. Einfluss der Temperaturführung in der thermischen Nachhärtung	23
2.7. Erarbeitung von technologischen Vorschriften zur gezielten Einstellung der Morphologie der Melaminharz-Spinnvliese als Feuerblocker-Teppichrücken	24
2.8. Modifizierung der ausgehärteten Melaminharz-Spinnvliese	25
2.8.1. Untersuchungen zum gezielten, nachträglichen Vernetzen mit wässrigen Melaminharz-Dispersionen	25
2.8.2. Untersuchungen zum Aufbringen einer festhaftenden Schicht auf die Oberfläche des Melaminharz-Spinnvlieses	27

2.8.3. Untersuchungen zum Eintauchen des Melaminharz-Spinnvlieses in eine Polymer-Lösung	28
2.9. Herstellung von Melaminharz-vliesstoffen für die anwendungsorientierte Verarbeitungstestung	29
2.9.1. Verarbeitungstestung als Feuerblocker-Teppichrücken	29
2.9.2. Bestimmung der relevanten Produkteigenschaften	30
3. Bewertung der erzielten Ergebnisse	31
4. Wirtschaftliche Verwertung der Vorhabensergebnisse, aktualisierter Verwertungsplan	32
5. Bewertung des aktualisierten Verwertungsplanes im Vergleich zum ursprünglichen Verwertungskonzept	33
6. Angaben zu erworbenen bzw. angemeldeten Schutzrechten für Vorhabensergebnisse	34
7. Zusammenstellung aller erfolgten bzw. geplanten Veröffentlichungen	34
8. Literaturverzeichnis	34

1. Einleitung und Technisch-technologische Zielstellung des Vorhabens

In den letzten Jahren ist es im TITK gelungen flammfeste Melaminharz-Spinnvliese über eine Protonen initiierte thermische Vernetzungsreaktion direkt aus thermoplastisch verarbeitbaren Melamin-Formaldehyd-Harzen (auch Melamin Etherified Resin (MER)) über ein angepasstes Meltblown-Verfahren zu erzeugen. Somit wird ohne weitere Verarbeitungsschritte ein duromeres, nicht schmelzendes und selbstverlöschendes textiles Flächengebilde, ein Faser-Spinnvlies, erhalten. Dadurch ist es möglich eine preisgünstige Alternative zu Vliesstoffen aus beispielsweise Aramidfasern und anderen flammfesten Kunststoffen in einem 1-Stufen-Prozess herzustellen ^[1].

Melaminharz setzt bei der thermischen Zersetzung Stickstoff frei. Bei einem Brand führt das zu einer Verdünnung des Gemisches aus Sauerstoff und brennbaren Gasen. Aus diesem Grund hat Melaminharz selbstverlöschende Eigenschaften, welche in Schutztextilien, Hochtemperaturfiltern, Matratzen sowie im technischen Gebiet und eben auch im öffentlichen Bereich, beispielsweise als Feuerblocker-Teppichrücken, genutzt werden können. Durch diese Schutzfunktion kann das Melaminharz-Spinnvlies zusätzlich noch als Brandschutzkomponente für andere brennbare Kunststoffe im Verbund fungieren.

Für den Brandschutz in Gebäuden ist es wichtig den Anteil an brennbarem Material zu verringern. Ausgangspunkt für den Projektansatz war die Tatsache, dass mittels eines Spinnvliesverfahrens Flammenschutz-Vliese kontinuierlich und preisgünstig erzeugt werden können, welche ohne zusätzliche FlammSchutzausrüstung inhärent selbstverlöschend sind. Im Rahmen der dafür zu entwickelnden Spinnvliese wurden diese zunächst durch Modifizierung des Ausgangsmaterials und der Verarbeitung mittels einem angepassten Meltblown-Verfahren, z. B. durch Zusätze zur Verbesserung der Fasereigenschaften oder zum Anfärben der Spinnvliese, durch Variation der Ablage, Härungsprozessanpassungen sowie nachträgliche Behandlungsschritte, den Forderungen als Feuerblocker-Teppichrücken gerecht.

Bei dem Einsatz von Melaminharz-Vlies als Trägerschicht oder Zwischenschicht im Bodenbelag war zu erwarten, dass ein Einsatz von nicht mit FlammSchutzmitteln ausgestatteten Stoffen als Nutzschicht problemlos möglich ist, wobei die jeweiligen maximalen Masseanteile im Verbund überprüft wurden.

Ziel des Vorhabens war es also unter Nutzung des bekanntermaßen hocheffizienten Schmelzblasverfahrens sowie durch textile

Nachbehandlungsmethoden (Imprägnieren, Beschichten, Verbundbildung) die Eigenschaften von Melaminharzvliesen und -vliesstoffen den Anforderungen, die für den Einsatz als flammhemmender Teppichrücken gefordert werden, anzupassen. Neben einer gewissen Stabilität ist eine Verdichtung des Textils notwendig, damit sich der verfahrensbedingte geschichtete Aufbau sowie die Voluminösität des Spinnvlieses bei dem Verlegen und Entfernen des Teppichs nicht störend auswirken. Zudem wird auch meist eine Gewichtsersparnis des Verbundes angestrebt, was aufgrund der geringen Dichte des Melaminharzes sowie der beschriebenen hervorragenden Feuerblockerwirkung vorstellbar war.

Es war auch Ziel alle Prozessstufen der Spinnvliesbildung und Faserhärtung auf einer kleintechnischen Versuchsanlage (Arbeitsbreite 30 cm) weiter zu optimieren sowie Versuchsmaterial für die Verarbeitungstestung herzustellen, um den Einsatz als Feuerblocker-Teppichrücken zu realisieren. Die Nachbehandlung und Verbundbildung wurde anschließend diskontinuierlich untersucht.

Die Testung der entwickelten Melaminharz-Teppichrücken sowie die Untersuchungen zu ihrer textilen Verarbeitbarkeit erfolgten ergänzend zu eigenen Arbeiten durch das Sächsische Textilforschungsinstitut (STFI) Chemnitz sowie direkt durch interessierte Unternehmen.

2. Darstellung der erzielten Vorhabensergebnisse

Zur Realisierung der Aufgabenstellung wurden im ersten Teil des Projektes in allen relevanten Prozessschritten Verbesserungen und Modifikationen durchgeführt. Dies erforderte eine Identifizierung von Ursache und Wirkung.

Anschließend wurde in weiteren Arbeitspaketen gezielt durch ausgewählte nachträgliche Verfahrensschritte versucht die Vliese anwendungsorientiert und kostengünstig zu verbessern. Die Testung der entwickelten Melaminharzmikrofaservliese und -vliesverbunde sowie die Untersuchungen zur ihrer textilen Verarbeitbarkeit erfolgten durch das Sächsische Textilforschungsinstitut (STFI) Chemnitz. Hierbei wurde besonderes Augenmerk auf die Weiterverarbeitung mit marktüblichen Verfahren und Maschinen gelegt.

2.1. Anforderungsprofil von Melaminharz-Spinnvliesen als Feuerblocker-Teppichrücken

In der Patentliteratur werden Feuerblocker maßgeblich zum Schutz darunterliegender Schaumkerne, vorwiegend Polyurethane, beschrieben. Dies geschieht meist bei Sitzen in Flugzeugen und Zügen.

Um die Flammsechzeigenschaften von Teppichen zu verbessern werden üblicherweise Flammsechutzmittel nachträglich verwendet oder flammhemmend ausgerüstete Kunststoffe eingesetzt.

Bei der Erarbeitung eines Anforderungsprofils haben sich in Hinblick auf die Eigenschaften des verwendeten Materials folgend angeführte weitere Schwerpunkte ergeben.

Für den fertigen Verbund wird eine hohe Trennfestigkeit der Lagen gefordert ^[2], aus diesem Grund wurde besonders die Kompaktierung des Vlieses überprüft und bewertet. Die Arbeitspakete zielten darauf ab, ein Herauslösen einzelner Fasern aus dem Vlies zu verhindern. Weiterhin wurde eine Kontrolle der Gesamtemissionen flüchtiger Verbindungen im fertigen Vlies durchgeführt.

2.2. Modifizierung von marktzugänglichen MER-Granulaten

Die Modifizierung der Harze soll einmal durch Mischprozesse des Festharzes erfolgen. Es soll als weitere Möglichkeit die Vermischung in der Schmelze mit den gewählten Zusätzen erfolgen, diese werden direkt in die Einzugszone während des Extrusionsprozesses zugegeben.

Die Realisierung erfolgte durch Verarbeitung auf der kleintechnischen Versuchsanlage mit einem gleichläufigen Zweischnuckenextruder mit gravimetrischer Dosierung und gegebenenfalls durch eine zusätzliche Flüssigdosierung. Diesen Versuchen gehen Vorversuche auf einer Laborspinnanlage mit Einschnuckenextruder und einer Meltblowndüse voraus.

2.2.1. Zusätze zur Absenkung der Schmelzeviskosität

Durch das Zusetzen von Butandiol konnte bei rheologischen Untersuchungen eine Verringerung der Schmelzeviskosität nachgewiesen werden.

So sollten bei konstanten Anlagenparametern feinere Fasern erzielt werden.

Beim Versuch mit der Laborspinnanlage, einem Einschneckenextruder, kam es aufgrund der axial zur Schnecke angeordneten Einzugszone und der kleinen Einzugsöffnung zu Verklebungen sowie zu einem Aufschwimmen der Flakes, so dass keine Versuche im Kleinstmaßstab durchgeführt werden konnten.

Jedoch war es möglich auf der kleintechnischen Versuchsanlage mit Doppelschneckenextruder die Versuche durchzuführen. So konnte das thermoplastisch aufschmelzbare Melaminharz in Form von Flakes über eine gravimetrische Dosierung und das Butandiol über eine Flüssigdosierung getrennt zugeführt werden. Im Doppelschneckenextruder erfolgte eine ausreichende Vermischung, so dass der Prozess problemlos durchgeführt werden konnte.

Da herstellungsbedingt die MER Flakes einen geringen Feuchtigkeitsgehalt aufwiesen, der entsprechend den Lagerungsbedingungen über Ad- und Desorption variieren kann, wurden weitere Versuche zur Absenkung der Schmelzeviskosität mit an den Flakes adsorbiertes Wasser durchgeführt. Hier lagen die Vorteile in der einfacheren und homogenen Zugabe, einer prozesstechnisch einfacheren Dosierung durch Verzicht auf die Flüssigdosierung und der einfacheren Analyse des Wassergehaltes im Festharz.

Sowohl Butandiol als auch Wasser wirken im Harz als Weichmacher, so ist eine Absenkung der Schmelzeviskosität hier immer mit einer Absenkung des Glasüberganges verbunden. Dies hat im Prozess einen erhöhten Kühlaufwand in der Einzugszone des Extruders zur Folge. Weitere Erhöhungen führten zu Störungen im Prozess durch Bildung von Verklebungen in der Einzugszone.

Bei der Zugabe von Wasser senkte sich der Glasübergang von 62°C bei 0 % Wasseranteil, über 53°C bei 0,6 % Wasseranteil zu 48°C bei einem Wassergehalt von 1,2 % im Festharz. Wobei Feuchtigkeitsanteile über 0,6 % und eine damit verbundene Absenkung der Glasübergangstemperatur auf oder unter 50°C den deutlich Prozessablauf erschwerten oder zum Erliegen brachten.

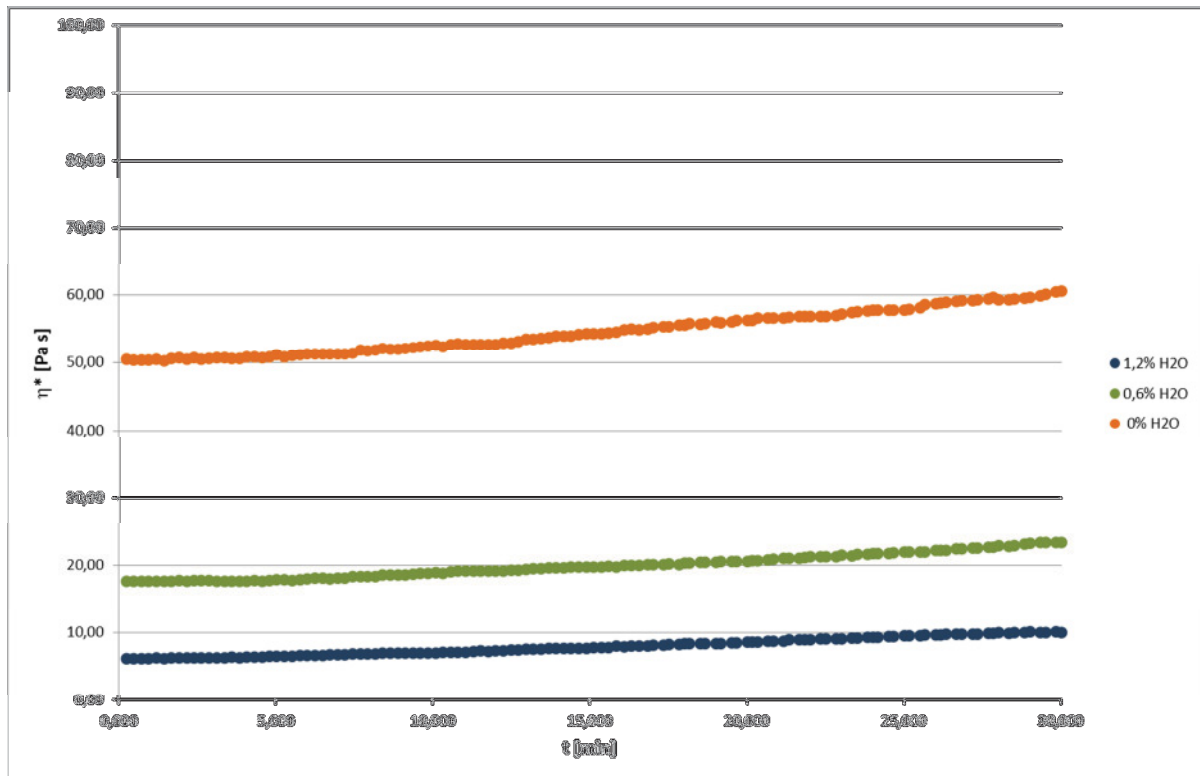


Abbildung 1: Viskosität von MER Schmelze (bei 130 °C) mit verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten

Insgesamt konnten nach mehreren Versuchsreihen weder im Prozess noch im Endprodukt relevante Verbesserungen in der Faserfeinheit durch schmelzviskositätssenkende Zusätze festgestellt werden. So dass weitere Versuche mit Festharzen durchgeführt wurden, die bei Standard-Lagerbedingungen Wassergehalte von < 0,5 % aufwiesen.

2.2.2. Zusätze zur Verbesserung der Fasereigenschaften

Bei Versuchen mit Zusätzen zur Verbesserung der Fasereigenschaften und Zusätzen zur Anpassung der Oberflächeneigenschaften wurden die Zusätze zusammen mit dem Melaminharz über den Extruder zugegeben und somit direkt in den Prozess zugeführt.

Dabei war eine vergleichbare Viskosität bei Prozessbedingungen ausschlaggebend. Hier war es möglich, sowohl mit dem Laborextruder (Eindüsenkonfiguration) als auch dem Doppelschneckenextruder der kleintechnischen Versuchsanlage (Zwölfdüsenkonfiguration), das Material zu

Vliesen zu verarbeiten. Hier wurde ein Polymer verwendet, das sich homogen in der MER-Schmelze löst und eine vergleichbare Viskosität bei Prozesstemperaturen aufweist.

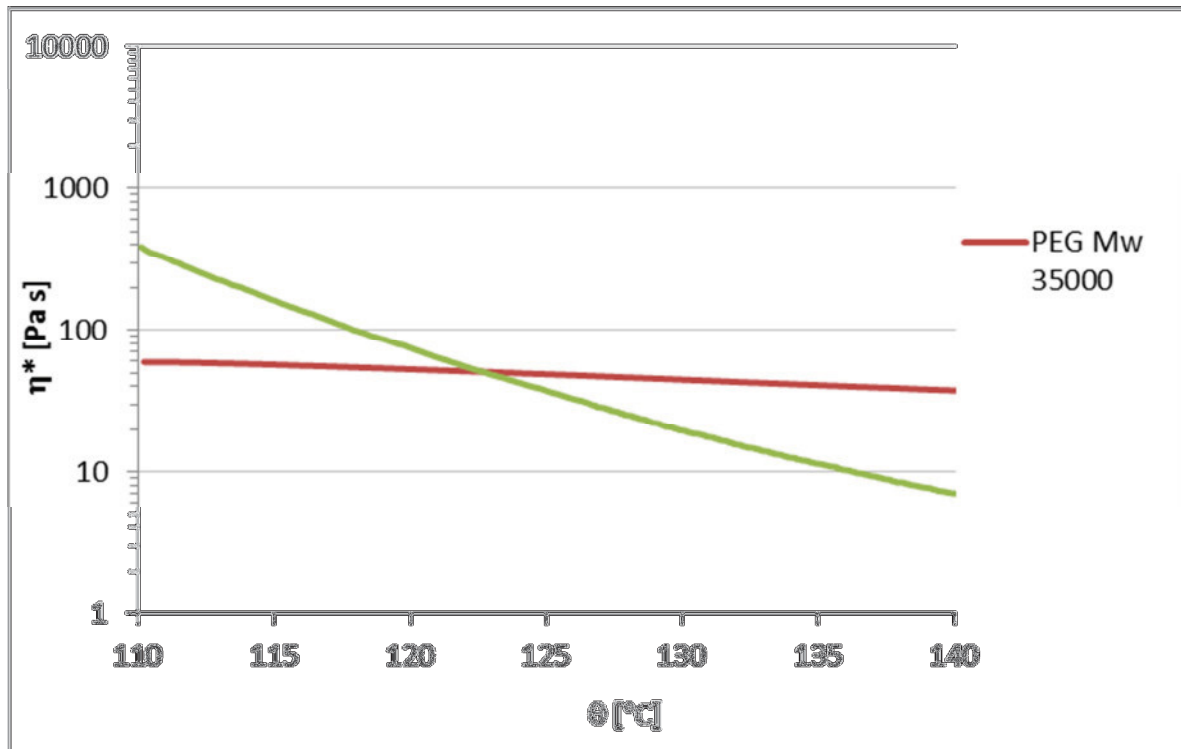


Abbildung 2: Viskositätsvergleich PEG 35000 und MER bei prozessrelevanten Temperaturen

Da sich Polyethylenglycol (PEG) in der MER-Schmelze löst, wurde ein PEG mit einer Molmasse von 35000 für Versuche verwendet. Bei Prozessrelevanten Temperaturen zeigte das PEG 35000 auch eine vergleichbare Viskosität wie die MER-Schmelze.

Die Zugabe von 1% PEG 35000 führte zu klebrigeren Fasern direkt nach dem Meltblown-Schritt. Nachdem das Material das gesamte Verfahren durchlaufen hatte war das im Ergebnis erhaltene Material von geringerer Qualität und niedrigerer Festigkeit als das unmodifizierte Vlies. Hier konnten in Versuchen Störungen in den Fasern und im Vlies nachgewiesen werden.

2.2.3. Zusätze zum Anfärben der Melaminharz-Spinnvliese

Für Einsatzgebiete, in denen aus optischen Gründen kein weißes Vlies erwünscht ist, wurden modellhafte Versuche zur Spinnfärbung mit Carbon Black durchgeführt. Bei dieser Spinnfärbung ist eine Beständigkeit des verwendeten Farbstoffs bei Temperaturen über 200 °C notwendig.

Bei einem ersten Versuch wurde durch Mahl- und Trennprozesse ein Melamin-Festharz-Ausgangsmaterial mit einer gleichmäßigen Korngröße von 1 mm hergestellt. Diese wurde anschließend über einen Trommelmischprozess mit dem Carbon Black versetzt. Der Vorgang diente dazu eine gleichmäßige Verteilung des Carbon Black sicherzustellen. Das verwendete Ausgangsmaterial liegt in Form von Flakes, mit einer weiten Größenverteilung vor. Große Anteile erreichen eine Größe von ca. 10 x 5 x 1 mm; ein erheblicher Anteil des Ausgangsmaterials liegt aber auch als feine staubförmige Teilchen vor.

Es wurden Versuchsreihen mit verschiedenen Massenanteilen (0,25% und 1%) hergestellt. Die Verarbeitung des so modifizierten Granulats war sowohl im Laborextruder als auch auf der kleintechnischen Versuchsanlage möglich.

Faserdurchmesser von ca. 8 µm konnten durch Zusatz von 0,25% Carbon Black in einem mittelgrauen Farbton hergestellt werden. Um einen deutlichen Schwarzton zu erhalten, mussten 1% Carbon Black zugegeben werden. Bei Versuchen, in denen feinere Fasern erzeugt wurden (< 8 µm), war der Anteil von 1% noch nicht ausreichend, hier erschien das erzeugte Vlies in einem Grauton.

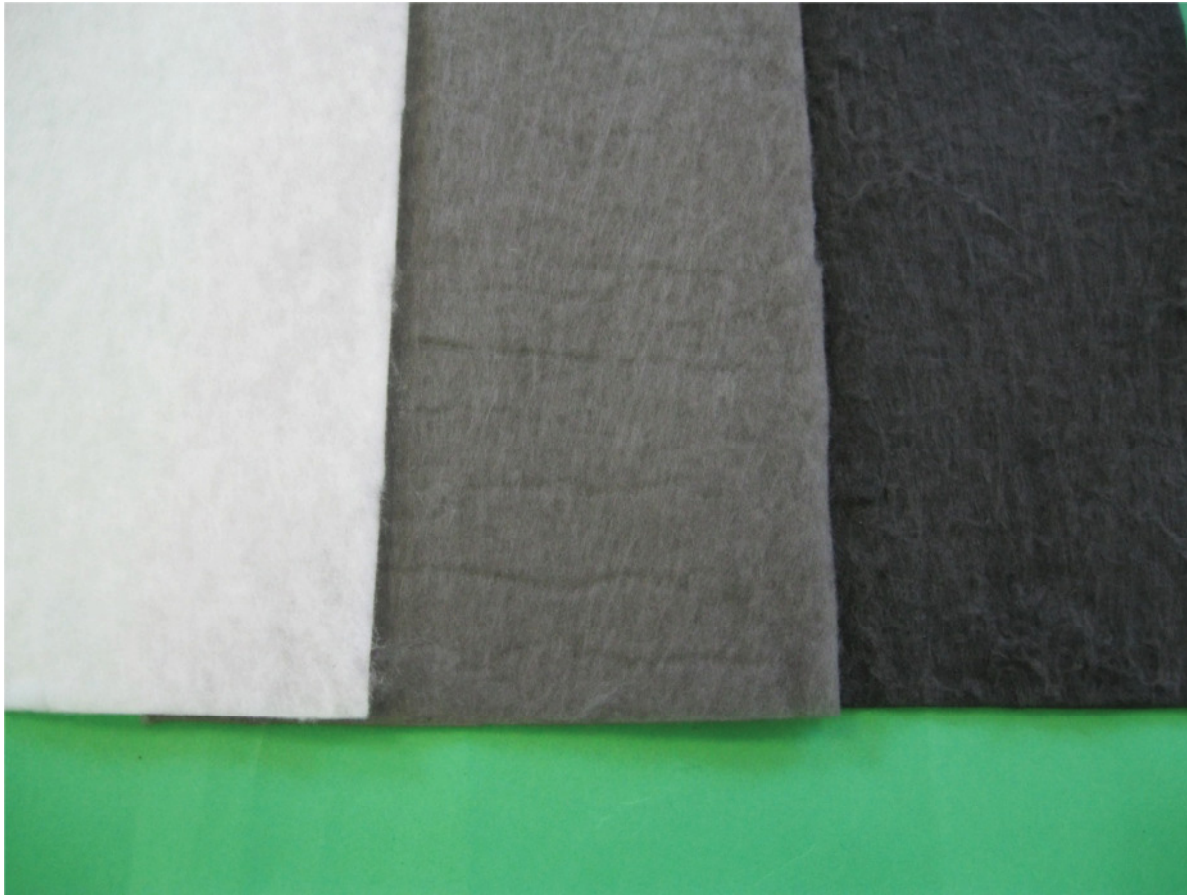


Abbildung 3: Spinngefärbtes MER-Vlies: (von links) ohne Carbon Black; 0,25 % Carbon Black; 1 % Carbon Black

Um eine verfahrenstechnische Vereinfachung durchzuführen, wurde in einem nächsten Schritt das unmodifizierte Ausgangsmaterial in Form von Flakes direkt mit dem Carbon Black vermischt. Hier kam es aufgrund der statistischen Verteilung feiner und grober Anteile und der ausreichenden Durchmischung, durch Nutzung eines Doppelschneckenextruders, zu einer absolut gleichmäßigen Verteilung im Vlies. Es traten während des Versuchs keinerlei Störungen des Spinnprozesses auf. Das Vlies war ebenfalls von hoher Qualität und ohne Fehler.

Als weiterer prozesstechnischer Vereinfachungsschritt wurde das Carbon Black getrennt vom Melamin-Festharz in die Einzugszone des Extruders zugeführt. Hier waren auch keinerlei Nachteile im Verfahrensablauf und im Endprodukt feststellbar.

2.2.4. Zusätze zur Anpassung der Oberflächeneigenschaften

Es wurde versucht, durch das Einmischen von niedermolekularen Polyethylen die Oberflächenstruktur der Fasern zu beeinflussen. Diese sollen beim Härten des Meltblown-Vlieses erneut aufschmelzen und wegfließen und somit eine poröse, angeraute Faseroberfläche erzeugen.

Die Viskositätsunterschiede im prozessrelevanten Temperaturfenster führten jedoch zu starken Ungleichmäßigkeiten im Spinnprozess. Auch die Nichtmischbarkeit beider Stoffe führte zu einem Vlies niedriger Qualität mit hohem Anteil an Spinnfehlern. Ungleichmäßigkeiten in der Oberfläche wirken bei den spröden MER Fasern als Sollbruchstelle und reduzieren somit die Festigkeit des Vliesstoffes. Eine direkte Beeinflussung der Faseroberfläche durch die gewählten Zusätze konnte nicht erreicht werden.

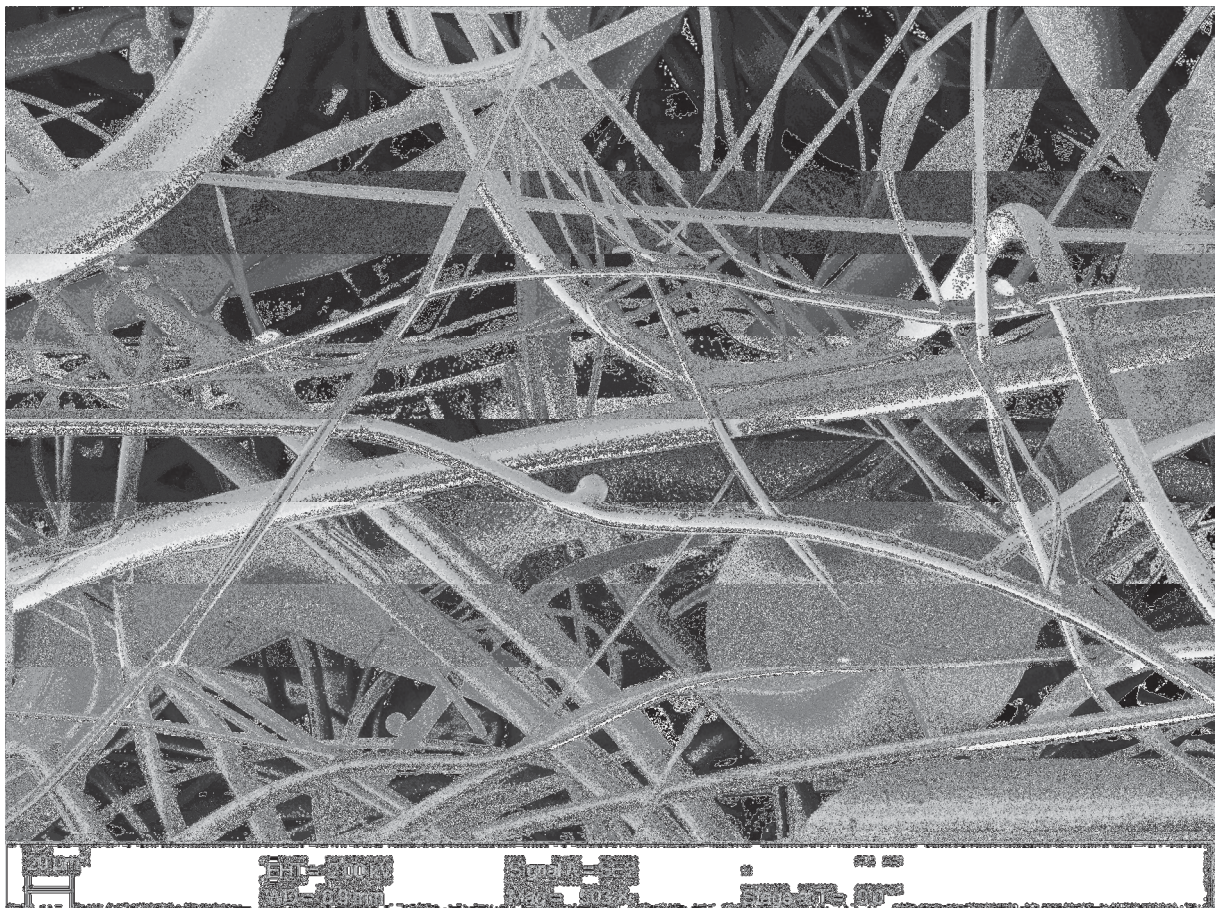


Abbildung 4: Störungen und Spinnfehler im Vlies, hervorgerufen durch Zusatz von Polyethylen (M_w 35000)

2.3. Herstellung und Optimierung der spinntechnisch-modifizierten Melaminharz-Spinnvliese

Sowohl bei den Versuchen mit Butandiol (bis 1%) als auch mit Carbon Black zeigten sich keine negativen Auswirkungen beim Spinnverhalten.

Die Zugabe von Polyethylen führte bei höheren Konzentrationen zu häufigeren Faserabrissen und zu Störungen des Spinnprozesses. Insgesamt konnte hier bei geringeren Anteilen Polyethylen (1 - 3%), im Vergleich zum unmodifiziertem Vlies, ein deutlich dichteres und kompakteres Vlies geschaffen werden.

Hier scheint aber auch ein stärkeres Auftreten von Spinnfehlern und die damit verbundenen kürzeren Fasern der Grund dafür zu sein.

Mikroskopische Untersuchungen ergaben beim Einsatz von Carbon Black weder einen Einfluss auf die Faserfeinheit noch ließen REM-Aufnahmen einen Einfluss auf die Oberflächenbeschaffenheit erkennen. Es ist somit problemlos möglich schwarzes Vlies in hoher Qualität herzustellen.

Butandiol und Wasser als viskositätssenkende Zusätze führten durch die reduzierte Glasübergangstemperatur zu prozesstechnischen Nachteilen in der Einzugszone. Im Vergleich mit anderen Prozessparametern, ganz besonders der Schmelzetemperatur, ist die Einflussnahme zu gering. Aus diesem Grund wurden verstärkt Versuche zur Abstimmung der Temperaturführung der einzelnen Anlagenkomponenten durchgeführt.

2.3.1. Optimierung des Spinnverhaltens

Bei Versuchen in denen schrittweise der Durchsatz verringert wurde, zeigten sich Störstellen durch Blasenbildung und Ausgasungen im Vlies. Aufgrund der deutlich höheren Blaslufttemperatur werden die Spinndüsen durch die heiße Prozessluft auf eine Temperatur aufgeheizt, bei denen die Schmelze sehr reaktiv ist. Durch die Reduzierung des Durchsatzes kommt es zu längeren Verweilzeit der Schmelze im System. Das führt zur Freisetzung von niedermolekularen Reaktionsprodukten in der Schmelze.

Im Vlies zeigten sich die Blasen als spröde, sicht- und fühlbare Hohlkörper.

Dieser Spinnfehler konnte durch Anpassung der maximal möglichen

Blaslufttemperatur an den Schmelzedurchsatz verhindert werden. Eine zweite Möglichkeit die Ausgasungen zu verhindern war es die Temperatur im Extruder zu verringern.

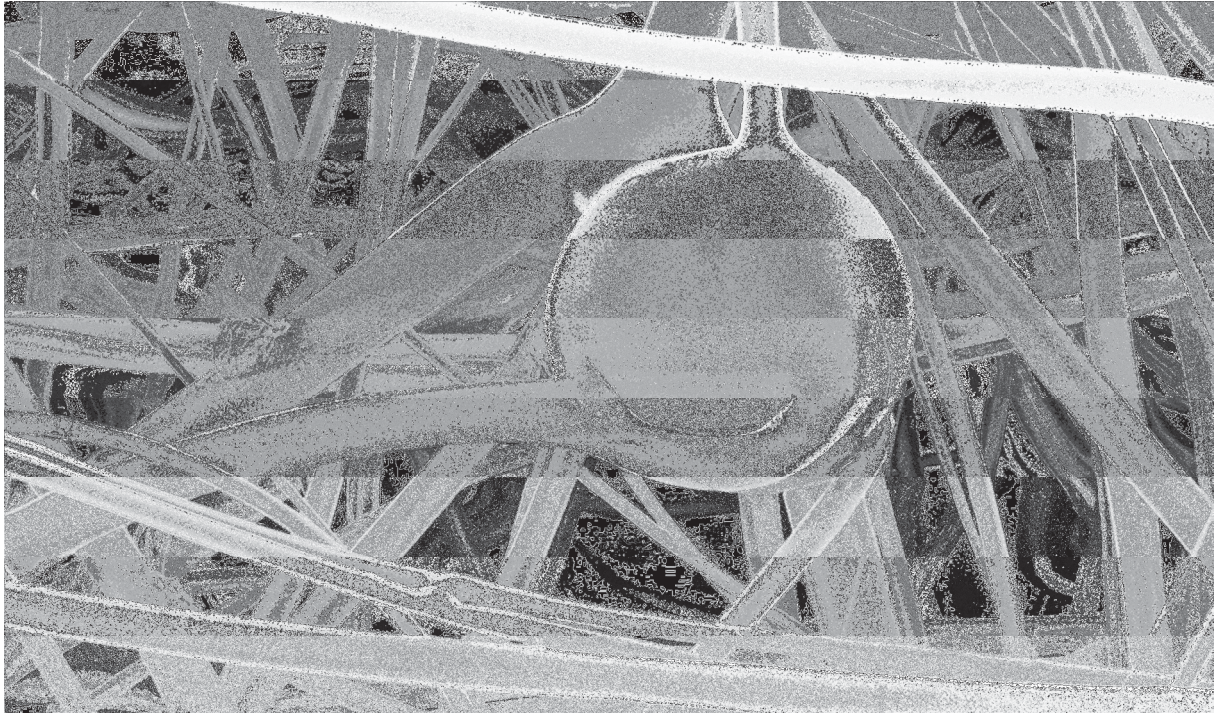


Abbildung 5: Störungen im Vlies durch Ausgasung, hervorgerufen durch zu hohen thermischen Stress der Schmelze

2.3.2. Optimierung der erreichbaren Faserfeinheiten

Die MER-Schmelze weist sowohl bezüglich der Viskosität als auch in ihrer Reaktivität eine starke Temperaturabhängigkeit auf. So führt eine Temperaturerhöhung zur Viskositätsabsenkung, was prozesstechnische Vorteile, ganz besonders auch in Bezug auf das Ausspinnen feiner Fasern, hat. Gleichzeitig führt aber auch eine höhere Temperatur zu einer schnelleren Molmassenzunahme und in Folge dessen zu einem schnelleren Viskositätsanstieg der Schmelze.

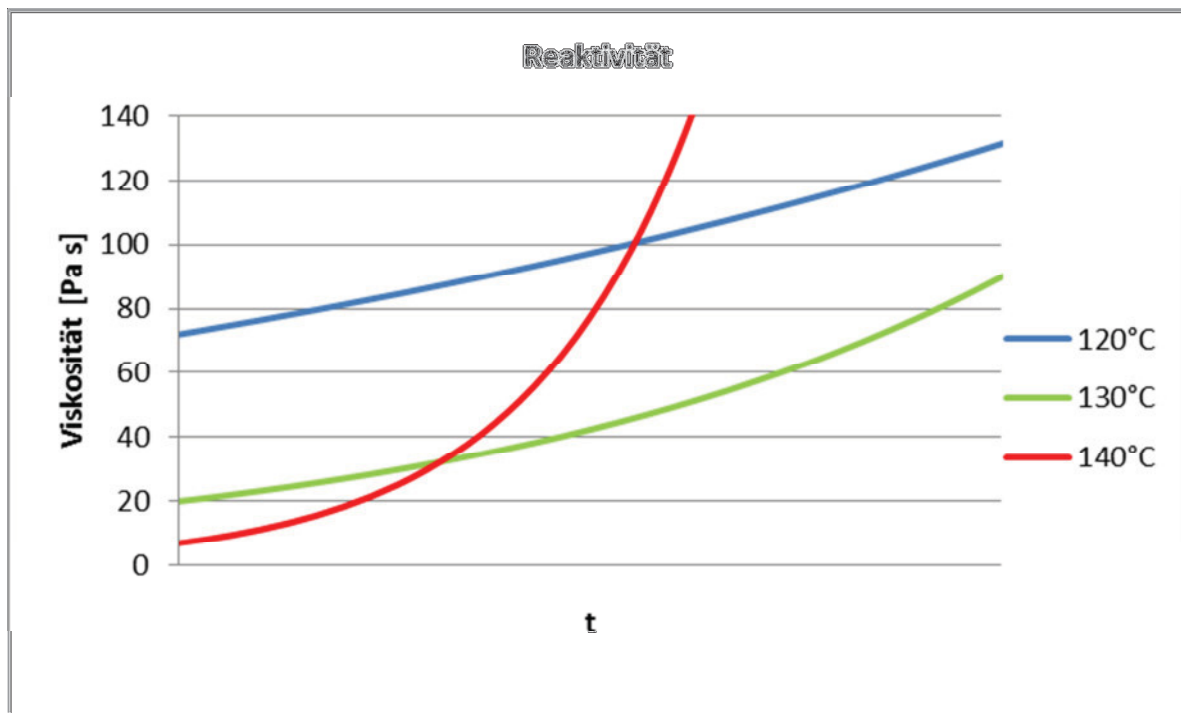


Abbildung 6: Einfluss von Zeit und Temperatur auf die Schmelzeviskosität

Lösungsansatz war es hier nicht nur eine Kompromisstemperatur zwischen Verarbeitbarkeit und Reaktivität zu finden, sondern eine progressive Temperaturführung im Meltblown System einzustellen.

So wurde durch eine schrittweise Verringerung der Temperatur in den Extruderzonen nur die zum Aufschmelzen und Fördern notwendige Temperatur eingestellt. Das Material wird aber thermisch weniger gestresst und weist einen geringeren Vernetzungsgrad auf. Im Spinnbalken und letztendlich an den Spindüsen wird die Temperatur durch den Einsatz heißer Blasluft deutlich erhöht, um die zur Erzeugung feiner Fasern notwendigen niedrigen Viskositäten zu erreichen.

So ist es gelungen gleichmäßig feine Fasern mit einem geringen Anteil an Spinnfehlern und hoher Länge zu erzeugen. Die größere Faserlänge bewirkt, dass die Faser mit möglichst vielen benachbarten Fasern über Reibung und Verschlingungen wechselwirkt und über eine größere Fläche in dem Wirrlagenverbund verankert ist.

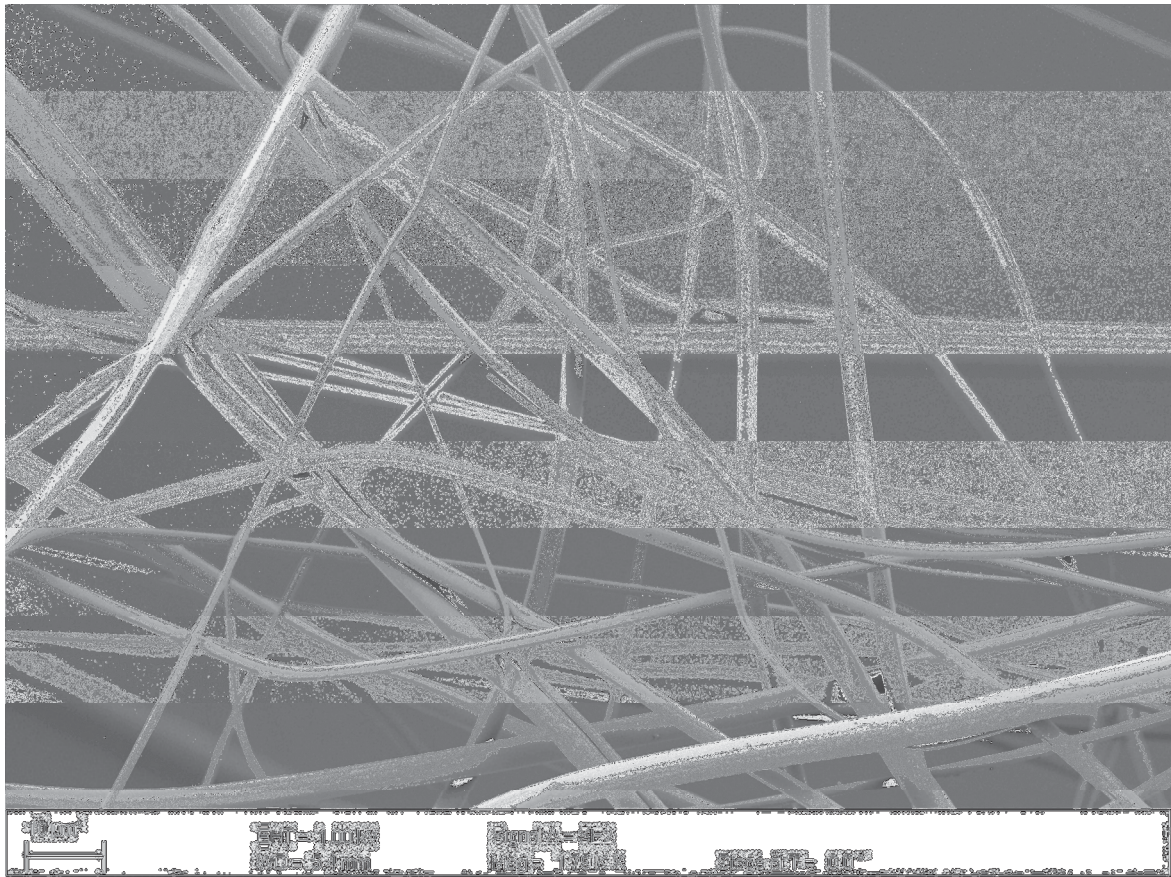


Abbildung 7: MER Vlies mit verbesserter Faserfeinheit

2.3.3. Spinntechnisch erreichbare Vliesfestigkeitseigenschaften

Tabelle 1: Höchstzugkraft verschiedener MER-Vliese

Spinnversuch	Höchstzugkraft	Bemerkungen
1-1	6,1 N	Versuch Carbon Black; Ohne Zusatz
1-2	6,0 N	Versuch Carbon Black; 0,25 % Zusatz
1-3	6,3 N	Versuch Carbon Black; 1,0 % Zusatz
2-1	5,6 N	Versuchsreihe feine Fasern
2-2	4,2 N	Versuchsreihe feine Fasern
2-3	4,4 N	Versuchsreihe feine Fasern
3-1	13,0 N	Versuchsreihe lange feine Fasern
3-2	15,4 N	Versuchsreihe lange feine Fasern

2.3.4. Einfluss der Zusätze auf die Feuerblocker-Eigenschaften

Um den Einfluss der Zusätze auf die Feuerblocker Eigenschaften zu charakterisieren wurde eine Prüfung nach DIN EN ISO 4589 durchgeführt.

Bei den Modifikationen konnten keine negativen Auswirkungen auf den LOI-Wert von 32 festgestellt werden.

2.4. Modifizierung der Melaminharz-Spinnvliese durch Variation der Vliesablage

Es wurden Untersuchungen zum Einfluss des Abstandes zwischen Spinnbalken und Faserabscheidevorrichtung und zum Einfluss der Luftabsaugung durchgeführt. Versuchsreihen zur Verwendung von Abstandswalzen zeigten positive Resultate.

Die Konfiguration der Luftabsaugungsschlitze im Ablageband wurde den Erfordernissen dieses Projektes angepasst. Hier konnte eine deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit der Anlage erreicht werden.

2.4.1. Verklebungstendenz der einzelnen noch thermoplastisch verformbaren MER-Fasern

Unter verschiedenen Anlageneinstellungen war es möglich die ausgesponnenen MER-Fasern untereinander zu verkleben.

Hohe Blasluftdrücke in Kombination mit starker Absaugleistung und geringen Abstand zwischen Spinnbalken und Ablageband führten zu einer deutlichen nachträglichen Verklebung der Fasern untereinander. Zusätzlich erfolgen durch Luftfeuchtigkeit eine Erweichung der Oberfläche und eine bessere Verklebung.

Problematisch war hier das Ankleben der MER-Fasern am Ablageband.

Weiterhin war es möglich durch erhöhte Blaslufttemperatur und Strömungsgeschwindigkeit an der Düse eine Verklebung der Fasern untereinander zu erzeugen.

2.4.2. Einfluss des Abstandes zwischen Spinnbalken und Faserabscheidevorrichtung

Der Abstand des Spinnbalkens zum Ablageband wurde in Versuchen zwischen 450 mm und 750 mm variiert.

So konnten bei 450 mm noch weitgehend parallele Luftströmungen erreicht werden, bei 750 mm Höhe waren jedoch deutliche Verwirbelungen nach außen sichtbar. Hier wird die zusätzliche, vom eigentlichen Hauptstrom aus den Düsen, mitbewegte Luft nicht mehr ausreichend abgesaugt. Es kommt hierbei besonders bei hohen Blasluftdrücken zu deutlichem Faserflug.

Bei einer leichten Disbalance zwischen Blasluft und abgesaugter Luft, die zu einem leichten Verwirbeln der Fasern nach außen führte, erfolgte eine stärkere Orientierung der Fasern in Maschinenrichtung. Dies hatte eine höhere Längs- als Querkzugfestigkeit zur Folge. So hergestellte Vliesmuster weisen positive Eigenschaften bei der späteren Vernadelung auf, da die auftretenden Zugkräfte beim Vernadelungsprozess besser aufgenommen werden konnten. So sind prinzipiell höhere Maschinengeschwindigkeiten möglich.

Das vernadelte Produkt hatte wieder gleichmäßigere Festigkeitseigenschaften bezüglich Längs- und Querkzugfestigkeit.

Zusätzlich wurde in Versuchen das Ablageband schräggestellt um den Einfluss auf die Faserorientierung zu untersuchen. Die Variation des Ablagewinkels im Bereich von 0° bis 25° Neigung zeigte aber keine Veränderungen im fertigen Vlies.

2.4.3. Untersuchungen zum Einfluss der Luftabsaugung

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde die Absaugung unter dem Ablageband verändert. So bestand die ursprüngliche Konfiguration aus sechs Absaugschlitzen mit je 30 mm Breite.

Die Leistung der Absaugung und der Verdichtungsgrad des Vlieses konnte über zu- und abschalten einzelner Segmente beeinflusst werden.

Hier führten zu schmal ausgelegte Absaugtrichter zu einem unnötig hohen Leistungsverlust. Um sowohl die Leistungsverluste als auch Blockier-Effekte im Ablagebereich bei der Erzeugung hoher Flächenmassen zu kompensieren, wurde

die Absaugzone insgesamt größer ausgeführt. Die neue Konfiguration besteht aus einer breiteren Hauptabsaugung (75 mm) und je einer ebenso breiten Absaugung vor und hinter der Vliesbildungszone. So konnten Geräuscentwicklung und Faserflug bei hohen Volumenströmen deutlich verringert werden.

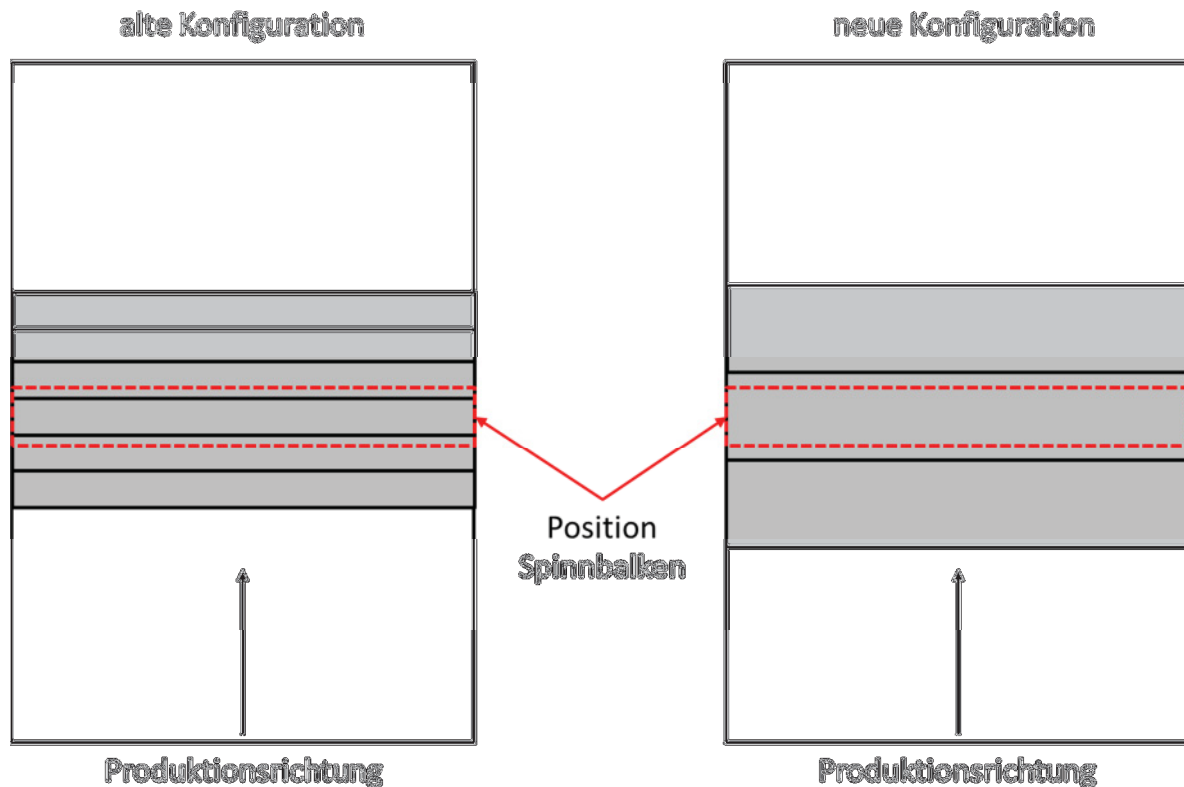


Abbildung 8: Neugestaltung der Absaugungen (grau) im Ablageband (Draufsicht)

Um effektiv zu arbeiten, muss eine Erhöhung der Prozessluft sowie die Vergrößerung des Abstandes Düse-Ablageband mit einer Erhöhung der Absaugungsleistung einhergehen. Die Parameter Prozessluftdurchsatz sowie Abstand müssen immer mit einer Anpassung der Absaugungsleistung korrelieren. Bei zu geringer Absaugung beziehungsweise dem „Blockieren“ der Absaugung bei der Herstellung hoher Flächenmassen, kommt es zum Wegfliegen von Fasern.

2.4.4. Untersuchungen zur gleichmäßigen Vliesbildung über den Querschnitt

MER-Meltblown-Vliese zeigen bei der Erzeugung hoher Flächenmassen ein Gradienten in der Faserdichteverteilung, dabei ist die zum Ablageband gerichtete Seite deutlich stärker komprimiert als die Oberseite.

Durch die auf die Fasern wirkenden Kräfte (Blasluft, Absaugung, Gewichtskraft) kommt es zu einer deutlichen Verdichtung an der Unterseite. Wird bei der Erzeugung von Vliesen mit hoher Flächenmassen weiter Material auf die unterste Schicht aufgesponnen, bilden sich an der Oberseite Strukturen geringerer Faserdichte. Der Grund ist hauptsächlich in der Störung des Absaugungsstroms zu sehen. Aus diesem Grund ist der Aufbau solcher Vliese mit Faserflug und Wegrolleffekten von Faserbündeln verbunden. Als zusätzlicher Fehler werden weggeblasene Fasern zum Teil durch Verhakung mit anderen Fasern in Form von „Zöpfen“ wieder eingefangen, im Vliesstoff zeigen sich optisch störende Streifen.

Eine Erhöhung des Abstandes Spinnbalken-Ablageband verstärkt das Problem des Faserflugs noch. Eine Absenkung des Abstandes führt zu einer noch stärker verdichteten Unterseite und ebenfalls durch die abgelegten Fasern die den Absaugungsstroms stören zu Faserflug bei höheren Flächenmassen.

Nur durch eine Erhöhung der Faserdurchmesser auf $> 10 \mu\text{m}$ konnten deutlich steifere und tragfähigere Vliesverbunde hergestellt werden. So konnten Flächenmassen bis 150 g m^{-2} und eine Vliesdicke von über 10 mm hergestellt werden. Die Vliese wiesen einen deutlich geringen Gradienten in der Faserdichteverteilung zwischen Unter- und Oberseite auf.

2.4.5. Untersuchungen durch Verwendung von Abstandswalzen

Die verwendeten Abstandswalzen mussten eine glatte Oberfläche aufweisen, da es andernfalls zu einem Ankleben des ungehärteten Vlieses an der Walze kam. Aufgrund der fragilen Materialeigenschaften des ungehärteten Vlieses konnte nicht mit Druck gearbeitet werden, dies würde zu einem Zerdrücken und ineinander Drücken der Fasern und zu einem Endprodukt mit Fehlern und brüchigen Stellen führen.

Durch den Einsatz von Walzen konnte bei entsprechend eingestellter Spaltweite zwischen Band und Walze eine leichte Verdichtung des Materials erreicht werden. Weiterhin wurde der Faserdichtegradient zwischen Ober- und Unterseite deutlich verringert. Ein weiterer positiver Nebeneffekt dabei war eine deutlich geglättete Oberfläche. Dadurch war ein besseres und schnelleres Wiederabrollen von aufgewickeltem Vlies bei der Weiterverarbeitung möglich.

2.5. Einfluss der HCl-Begasungsluft

Es wurden Versuche zum Einfluss der HCl-Konzentration und zur Verweilzeit im Begasungsmodul durchgeführt. Dabei stellte sich der Einfluss des Feuchtegehaltes als maßgeblicher Faktor für die Verklebungstendenz der einzelnen noch thermoplastisch verformbaren Melaminharzfasern heraus. So führten eine relative Luftfeuchtigkeit < 60% zu stärkeren Verklebungen der Fasern. Die Auswirkung hoher Luftfeuchtigkeit führte teilweise zu einem Ankleben des Vlieses an dem Band. Bei geringer relativer Luftfeuchtigkeit < 35% zeigte sich eine deutliche Auswirkung auf den Aushärtungsschritt. Hier wurde ein steiferes Material mit höherer Faserverklebung untereinander erzeugt. Scheinbar herrscht hier im weiteren Prozess ein Mangel an Katalysator, so dass der Vernetzungsschritt langsamer abläuft.

Insgesamt zeigt es sich, dass bei hohen Luftfeuchtigkeiten geringere HCl-Konzentrationen ausreichen, während niedrigere Luftfeuchtigkeiten höhere HCl-Konzentrationen erfordern. Jedoch ist es nicht möglich ungünstige Luftfeuchtigkeiten durch Variation der HCl-Konzentration zu kompensieren.

Der Einfluss der Luftfeuchtigkeit der Sekundärluft hat so starken Einfluss auf die HCl-Aufnahme, dass eine Kontrolle oder Optimierung von Produkteigenschaften oder die gezielte reproduzierbare Veränderung dieser Parameter als sehr schwierig heraus. Besonders das plötzliche Auftreten sehr starker Verklebungen am Band bei hoher Luftfeuchtigkeit gestaltet sich als Problem.

Eine genauere Untersuchung des Einflusses kann nur erfolgen, wenn die Luftfeuchtigkeit im Begasungsmodul gezielt beeinflusst und während des Versuchs konstant gehalten werden kann.

Aufgrund dieser Einschränkungen wurden sowohl Kontaktzeit-Versuche, als auch weitere Versuche in diesem Projekt bei erfahrungsgemäß optimalen Luftfeuchtigkeiten 45% - 50% mit HCl-Konzentrationen von 1500 - 3000 ppm durchgeführt wurden.

Es wurden Versuche durchgeführt um die nötige Einwirkzeit des Katalysators zu bestimmen, dabei wurden Versuche mit Raumbegasung, geringen Strömungsgeschwindigkeiten des HCl-Luftgemisches, lange Verweildauer im Begasungsmodul durchgeführt. Hier wurden bei einer Länge der Begasungszone von 550 mm Verweilzeiten zwischen 110 s und 16 s realisiert.

Um kürzere Verweilzeiten und höhere Strömungsgeschwindigkeiten zu erreichen, wurde das Begasungsmodul auf Schlitzbegasung umgebaut. Die Länge der Begasungszone beträgt in dieser Konfiguration 100 mm. Die Verweilzeiten betrugen hier zwischen 20 s und 3 s. Die verkürzten Verweilzeiten erwiesen sich in den Versuchen als ausreichend zur Durchführung des Prozesses. Um Verluste durch Fremdluft und Schleppströmungen zu erkennen, wurden zusätzliche Messstellen zur Bestimmung der HCl-Konzentration im Begasungsmodul hinter der eigentlichen Begasungszone angebracht. Hier zeigte sich, dass es zur deutlichen Ausbildung von Schleppströmungen bei höheren Bandgeschwindigkeiten kam.

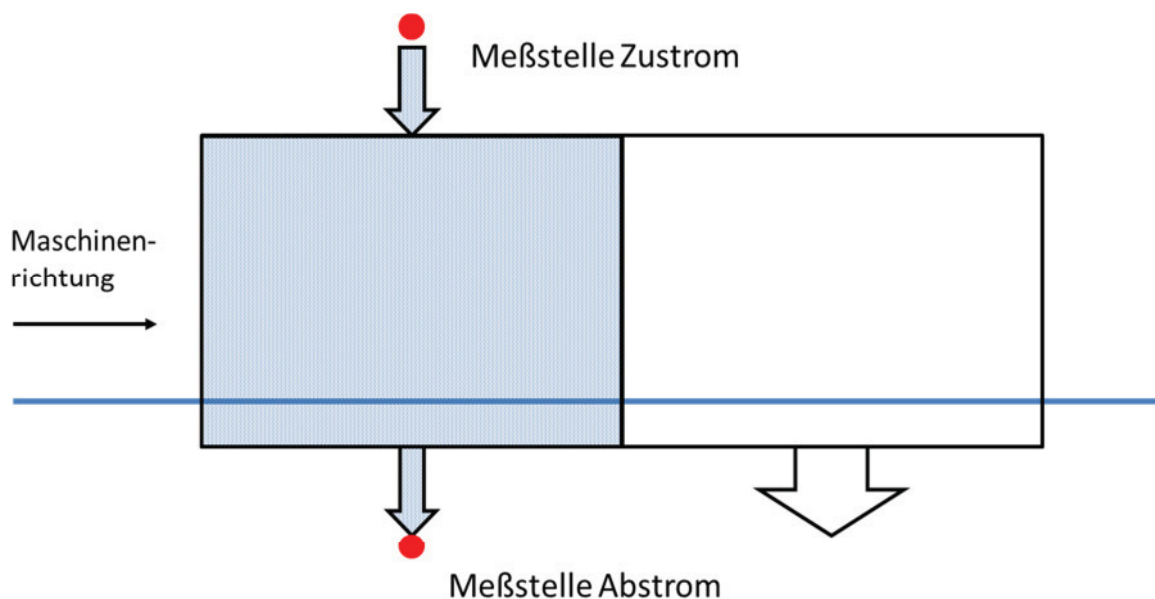


Abbildung 9: Begasungsmodul Konfiguration: Raumbegasung

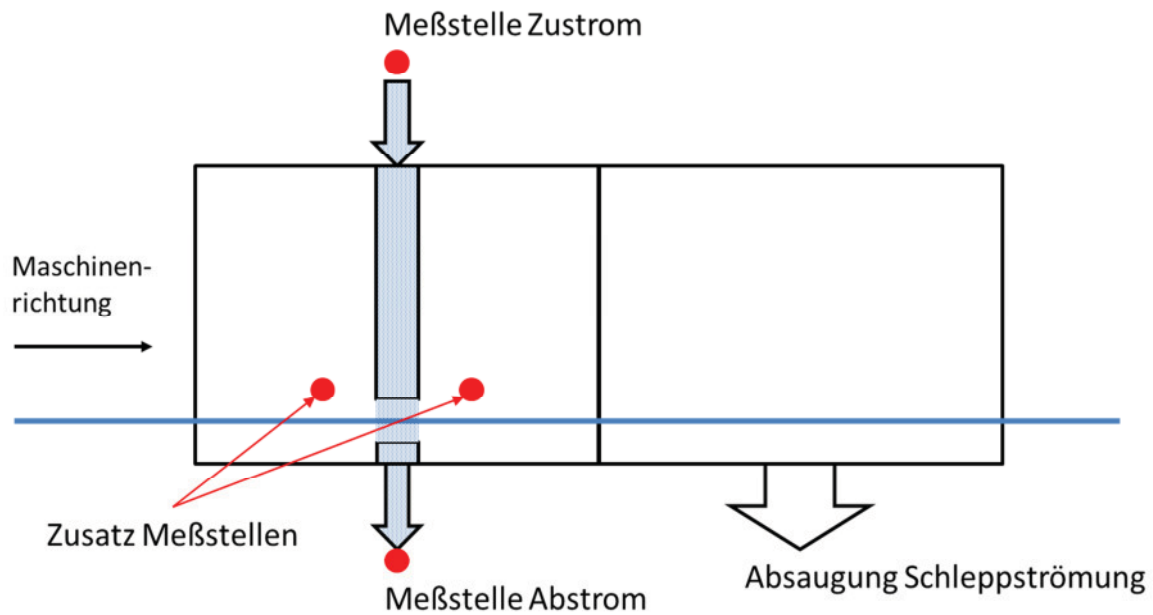


Abbildung 10: Begasungsmodul Konfiguration: Schlitzbegasung

2.6. Einfluss der Temperaturführung in der thermischen Nachhärtung

Um die notwendige Verweilzeit im Ofen zu ermitteln, wurden Vliesproben bei Temperaturen zwischen 200°C und 280°C zwischen 2 min und 15 min in einem Laborofen ausgehärtet. Im Anschluss daran wurde der Formaldehyd Restgehalt im Vlies nach DIN EN ISO 14184-1 bestimmt. Bei Verwendung eines Konvektionsofens reicht eine Verweilzeit von 3 min bei 260°C aus, um ein formaldehydfreies Produkt zu erhalten. Weiter wurden Versuche zum Einfluss der verwendeten HCl-Konzentration auf die notwendige Verweilzeit im Ofen durchgeführt. Dabei wurden Proben, die mit 1500 ppm, 3000 ppm und 5000 ppm HCl-Konzentration im Begasungsmodul behandelt wurden, nach dem Aushärten im Trockner auf ihren Formaldehyd-Restgehalt untersucht. Hier wurde kein Einfluss festgestellt.

Tabelle 2: Einfluss von Temperatur und Zeit bei der thermischen Aushärtung auf den Formaldehydgehalt (in ppm) des Vlieses

Zeit [min]	Ofentemperatur [°C]				
	200	220	240	260	280
2	-	-	92	15	n.n.
5	1536	279	40	n.n.	n.n.
10	718	112	17	n.n.	n.n.
15	297	109	6,5	n.n.	n.n.

2.7. Erarbeitung von technologischen Vorschriften zur gezielten Einstellung der Morphologie der Melaminharz-Spinnvliese als Feuerblocker-Teppichrücken

Tabelle 3: Anlagenparameter zur Erzeugung von Melaminharz-Spinnvliese zur Weiterverarbeitung als Feuerblocker-Teppichrücken (orange markiert)

Vlies Typ/Morphologie	Standardfasern lange Fasern	feine Fasern; kurze Fasern	feinste Fasern; kurze Fasern	feine Fasern; lange Fasern	grobe Fasern; lange Fasern
mittl. Faserdurchm.	9µm	5µm	3µm	5µm	12µm
Feuchtigkeit Harz	< 0,5%	< 0,5%	< 0,5%	< 0,5%	< 0,5%
Glasübergang	55°C	55°C	55°C	55°C	55°C
Durchsatz [g min ⁻¹ Düse ⁻¹]	3,5	2,5	1,3	1,0	1,0
Temperatur Blasluft [°C]	220	220	215	180	170
Druck Blasluftsys.[kPa]	100	150	220	200	100
HCl Konzentration [ppm]	3000	3000	3000	3000	3000
mittlere Höchstzugfestigkeit	6,5 N	4,5 N	4,0 N	14,0 N	6,0 N

Insgesamt hat es sich in den Versuchen herausgestellt, dass Prozesseinstellungen, die sehr lange und feine Fasern erzeugen und bei denen keine Spinnfehler auftreten, ein sehr stabiles Produkt zur Folge hatten.

In den Arbeitspaketen, die die Entwicklung und Erforschung optimierter und für den Einsatzzweck angepasster Verfahrensparameter beinhalteten, konnten eine ganze Reihe für den Einsatzzweck positiver Anlagenmodifikationen vorgenommen werden. Die Absenkung der Temperaturen im Extruder, besonders in den ersten Heizzonen sowie die Neukonfiguration der Absaugzonen im Ablageband, wurde für die weitere Projektarbeit beibehalten.

2.8. Modifizierung der ausgehärteten Melaminharz-Spinnvliese

Da sich homogene Fasern besser bezüglich der Festigkeitseigenschaften als während des Prozess selbstverklebte zeigten, wurden mit den nach der erarbeiteten Vorschrift hergestellten Vliese zur nachträglichen Modifikation und zur Weiterverarbeitung genutzt. Also Vorarbeit zum Setzen stabilitätsfördernder Klebepunkte im Vlies gingen eine Reihe von Versuchen zur Löslichkeit, Zerkleinerung und Dispergierung voraus. Durch das nachträgliche Hinzufügen von Klebepunkten konnte das Auseinanderziehen des Vlieses und das Herauslösen einzelner Fasern effektiv verhindert werden. Die nachbehandelten Vliese wiesen alle eine erhöhte Festigkeit auf.

2.8.1. Untersuchungen zum gezielten, nachträglichen Vernetzen mit wässrigen Melaminharz-Dispersionen

Es wurden verschiedene Zerkleinerungs- und Dispergiertechniken untersucht. So konnten gute Ergebnisse durch Verwendung einer Fließbettgegenstrahlmühle zum Zerkleinern der MER-Flakes und anschließende Herstellung einer wässrigen Dispersion mit einem Ultra-Turrax erreicht werden.

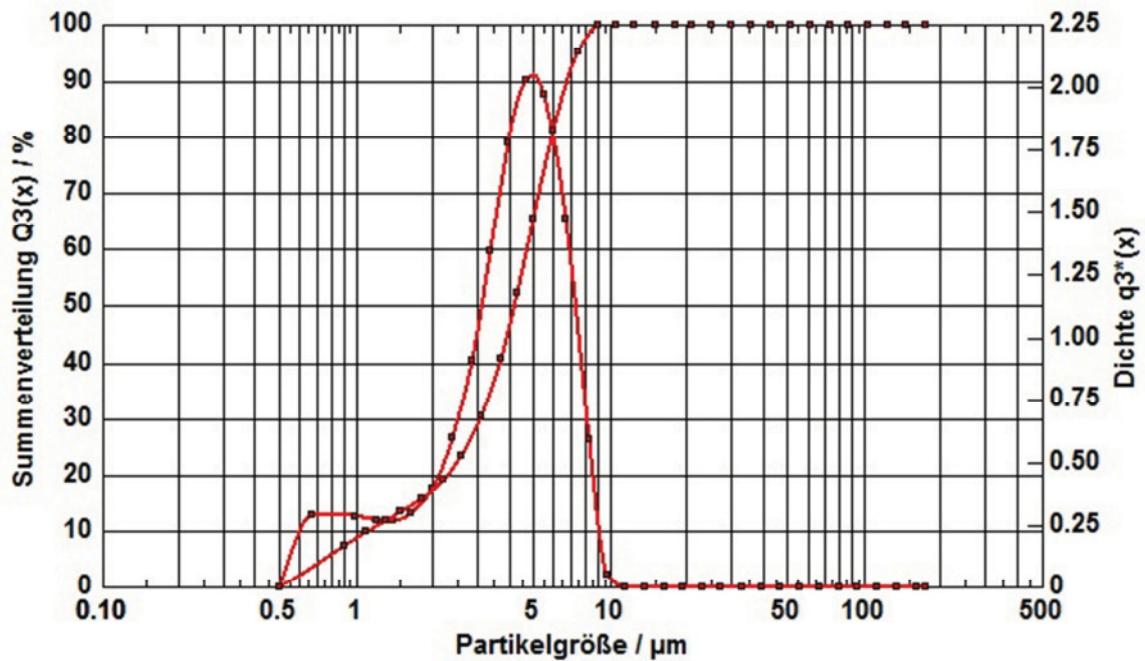


Abbildung 11: Partikelgrößenanalyse des mit einer Fließbettgegenstrahlmühle gemahlenen MER-Pulvers

Bei der Zerkleinerung und Dispergierung des Randbeschnittes hat sich die Ultraschallsonde als effektive Möglichkeit gezeigt, hier konnten Dispersionen mit bis zu 1% Melamin-Formaldehyd-Harz homogen verteilt und zerkleinert werden. Bei den anderen Methoden kam es schon bei geringeren Massenanteilen zu einer ungleichmäßigen Verteilung und zur Bildung großer verklebter Teilchen. Insgesamt waren Dispersionen von Melamin-Formaldehyd-Harz im Wasser nicht lagerstabil, da es schon nach Minuten zu starker Agglomeration und Sedimentation kam.

Bei gering konzentrierten Dispersionen mit 0,25% Festharzanteil konnte die Agglomeration und Sedimentation durch Zugabe von Natriumdodecylsulfat etwas verbessert werden.

Die Melaminharz-Dispersion wurde über einen Foulardierprozess und über einen Sprühprozess auf dem Vlies appliziert. Bei dem Foulardieren kam es bei der Verwendung von Dispersionen mit über 1% Harzanteil zu einer deutlichen Versteifung des Materials. Das Material erreichte zwar eine deutlich höhere Festigkeit, erhielt aber auch einen rauen Griff und eine erhöhte Brüchigkeit.

Bei den Versuchen mit dem nachträglichen harzverklebten Mustern wurde mit zunehmender thermischer Belastung eine Braunfärbung der Vliese beobachtet. Die Untersuchungen zur Braunfärbung ergaben, dass diese ausschließlich bei den

Versuche mit Dispersionen mit einem zu hohen pH-Wert auftraten. Ein Verschieben des pH-Wertes der Dispersion in den sauren Bereich durch Zugabe geringer Mengen Säure verhinderte die Braunfärbung.

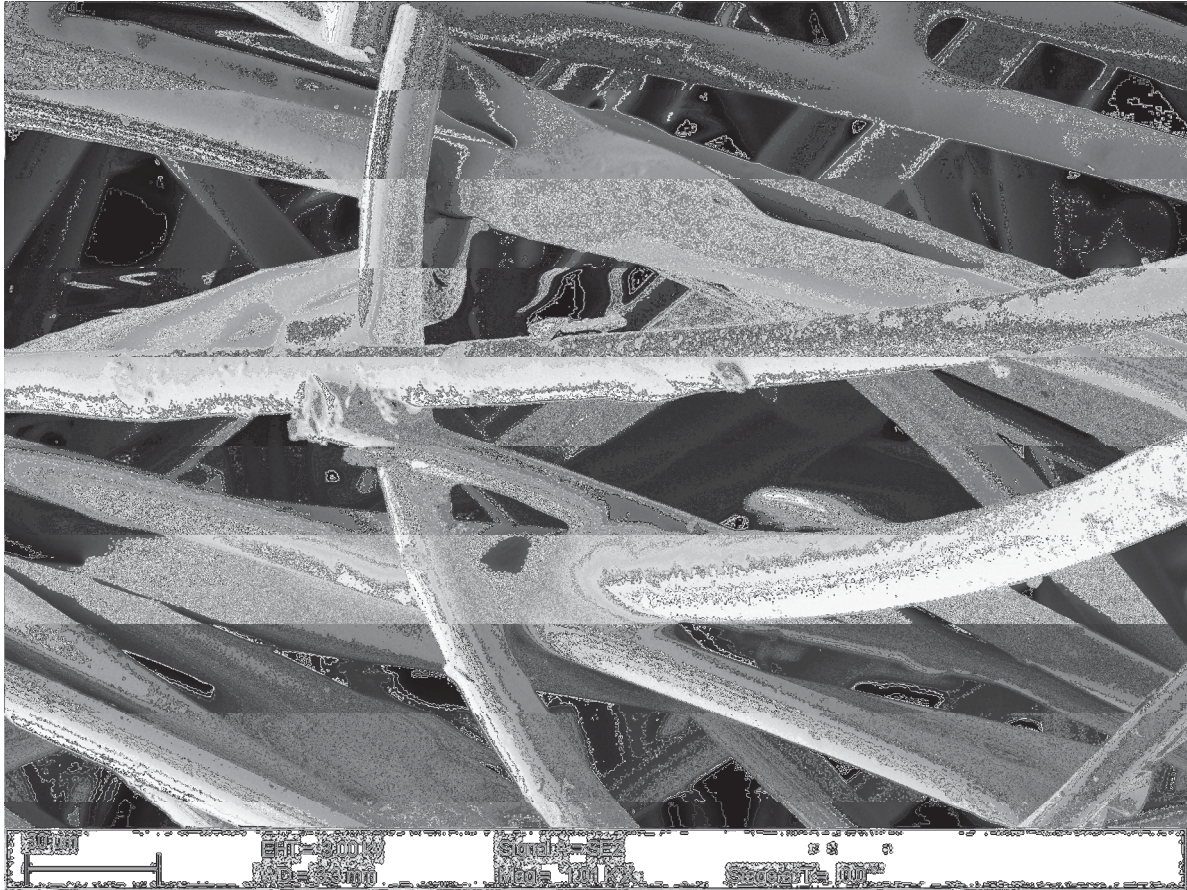


Abbildung 12: MER Vlies mit nachträglicher Verklebung der Kreuzungspunkte durch MER-Dispersion

2.8.2. Untersuchungen zum Aufbringen einer festhaftenden Schicht auf die Oberfläche des Melaminharz-Spinnvlieses

Um eine feste Schicht auf das MER-Vlies aufzubringen, wurde das MER-Vlies (180 g m^{-2}) mit einem Polyethylen-Vlies (30 g m^{-2}) vernadelt. Anschließend wurde das Thermobondieren in einem Ofen sowie auf einem PTFE beschichteten Kalanders durchgeführt. Dabei konnte nur durch Einsatz des Kalanders eine qualitativ hochwertige, gleichmäßig haftende Schicht aufgebracht werden.

2.8.3. Untersuchungen zum Eintauchen des Melaminharz-Spinnvlieses in eine Polymer-Lösung

Das MER-Spinnvlies wurde in 1%, 2% und 3% Polyvinylchlorid-Tetrahydrofuran-Lösung eingetaucht. Anschließend wurde das Lösungsmittel verdampft. Im Vergleich zu den mit Melaminharzdispersion nachverklebten Proben wiesen die mit Polymerlösung nachverklebten Proben höhere Festigkeiten auf und zeigten eine deutlich geringere Brüchigkeit.

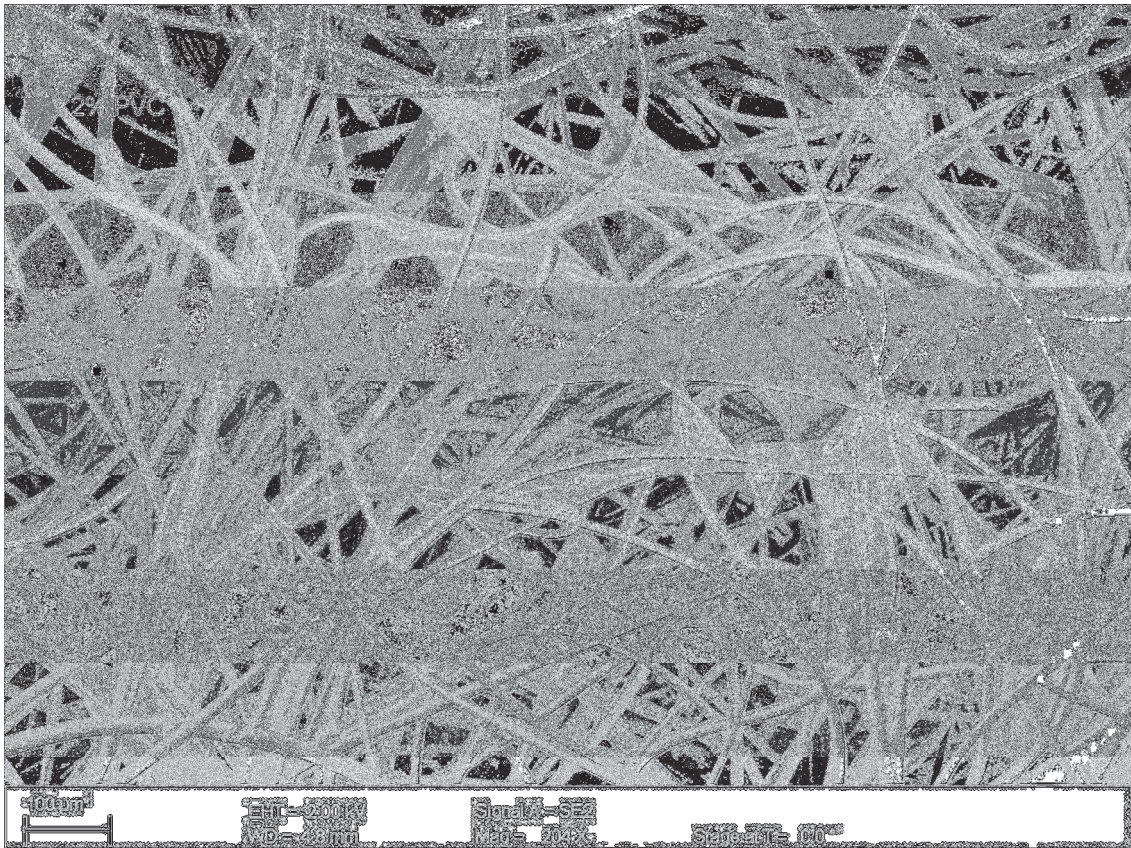


Abbildung 13: MER-Vlies mit nachträglicher Verklebung der Kreuzungspunkte durch PVC-Lösung

2.9. Herstellung von Melaminharz-vliesstoffen für die anwendungsorientierte Verarbeitungstestung

Auf handelsüblichen Nadelmaschinen wurden Verarbeitungsversuche unternommen, um eine stabile Schichtverbindung zu realisieren.

Die Verbundbildung mittels Vernadeln konnte bei Geschwindigkeiten bis $23,5 \text{ m min}^{-1}$ realisiert werden. Versuche über Querlegetechnologie breitere Vliesmuster herzustellen war ebenfalls möglich.

2.9.1. Verarbeitungstestung als Feuerblocker-Teppichrücken

Es wurde eine Reihe von Versuchen zur Verbundbildung mit anderen Vliesstoffen unternommen. Dabei erhielten die MER-Verbunde eine Festigkeit, die vor allem vom verwendeten Kombinationsmaterial abhing. Als effiziente Einstellung haben sich Vernadelungsdichten von $50 \text{ Stichen cm}^{-2}$ bei Verwendung von 38 gg Nadeln mit drei Kerben erwiesen.

Es war weiterhin möglich über die Querlegetechnologie MER Vliesstoff in 2,2 m Breite herzustellen. Dabei wurde ein MER Vliesstoff mit einer Ausgangsflächenmasse von 20 g m^{-2} zu einem Vlies mit einer Endflächenmasse von 300 g m^{-2} vernadelt. Hier wurde eine Vernadelungsdichte von $250 \text{ Stichen cm}^{-2}$ unter Verwendung von 42 gg Nadeln mit einer Kerbe genutzt.

2.9.2. Bestimmung der relevanten Produkteigenschaften

Tabelle 4: Höchstzugkraft verschiedener modifizierter MER-Vliese und MER-Verbunde

Verbundtyp	Höchstzugfestigkeit
MER- Viskose FR 180 +70 g m ⁻²	22,2 N
MER- Polyesterspinnvlies 180 + 15	22,0N
MER- Polyethylenvlies thermobondiert 180+30	15,7
MER 180 mit 0,25% Dispersion beidseitig besprüht	18,2
MER 1% PVC Lösung	19,2
MER 2% PVC Lösung	37,0
MER 3% PVC Lösung	50,0

Um den Einfluss der anlagentechnischen Modifikationen auf die Zersetzung des Materials genauer zu untersuchen, wurde eine Analyse mit TGA/IR durchgeführt. So kann einerseits über den temperaturabhängigen Masseverlust sehr genau ein Einfluss auf das Zersetzungsverhalten bestimmt werden. Zum anderen ist es zusätzlich möglich die Hauptzersetzungsprodukte zu charakterisieren. So konnte bei Vlies-Proben, die nicht ausreichen lange und bei entsprechend hoher Temperatur vernetzt wurden, eine Emission von Methanol identifiziert werden. Das lässt Rückschlüsse auf eine nicht vollständig abgelaufene Vernetzungsreaktion zu. Die Ergebnisse korrelieren mit den Tabelle 2 aufgeführten Ergebnissen zum Einfluss von Temperatur und Zeit bei der thermischen Aushärtung. Wobei die Messmethode mittels TGA/IR weitaus ungenauer ist. Bei einigen Brandtests aus den ersten Proben mit anlagentechnischen Modifikationen ist eine etwas verstärkte weiße Rauchentwicklung aufgefallen. Dieser ist höchstwahrscheinlich in einem zu hohen HCl-Gehalt begründet. Die Ursache kann einerseits Bildung von Ammonium Chlorid aus freigesetzten HCl in Verbindung mit anderen Verbrennungsprodukten des Materials sein oder direkt Kondensation von Luftfeuchtigkeit an freigesetzten HCl sein. Dies konnte aber aufgrund der zu geringen Anteile nicht mittels TGA/IR

nachgewiesen werden. Die Rauchgase auffälliger Proben waren sauer, im Gegensatz zu den Rauchgasen von Melamin-Formaldehyd-Kondensationsharzen im Allgemeinen. Eine weitergehende Ursachenerforschung konnte im Projekt nicht durchgeführt werden.

Für den Einsatz als Teppichboden-Komponente sind bezüglich des MER-Vlieses nur die Formaldehydemmissionen und die VOC von Interesse ^[3]. Im Laufe des Projektes wurden dazu Messungen durchgeführt. Beim Einhalten der in Tabelle 2 aufgeführten notwendigen Härtetemperatur und -Zeit sind die Emissionen des MER-Vlies jedoch im Bereich der Nachweisgrenze.

Um die Schutzwirkung der verbundenen Muster zu testen, wurde ein Brandtest nach EN ISO 11925-2 durchgeführt ^[4]. Dabei wurde an der MER-Seite eine Flächenbeflammung durchgeführt. Hier schützte die MER-Schicht jeweils die darunterliegende Schicht Material. Alle hergestellten Verbunde konnten diesen Test bestehen.

3. Bewertung der erzielten Ergebnisse

Es war Ziel des Projektes alle Prozessstufen der Spinnvliesbildung und Faserhärtung sowie verschiedene textile Nachbehandlungsschritte dahingehend weiter zu entwickeln und zu optimieren, dass die Voraussetzungen für einen Einsatz von MER-Vlies als flammhemmender Teppichrücken gegeben sind. So ist es durch eine Reihe von Prozessmodifikationen und problemspezifischer Nachbehandlungsschritte gelungen die Vliesfestigkeit deutlich zu erhöhen. Und über nachgelagerte textile Verfahren Material in Dimensionen zur Verfügung zu stellen, um interessierten Unternehmen die Produktion von Prototypen zu ermöglichen.

So wurde in einem ersten Teil eine Reihe von verfahrenstechnischen Versuchen durchgeführt, dabei hat sich der Einfluss der Luftfeuchtigkeit in Kombination mit der HCl-Gaskonzentration auf den gesamten Prozess bis hin zu einigen Vlieseigenschaften als weit komplexer herausgestellt als zu Beginn erwartet. Ein genaueres Wissen über die Auswirkungen und eine Feststellung dieser Effekte ist für ein effizientes Entwickeln absolut nötig. Im Rahmen dieses Projektes waren

leider aus zeitlichen Gründen keine über den in den Arbeitspaketen hinausgehenden Erforschungen möglich. So konnte bezüglich der Luftfeuchtigkeit ein effektiv nutzbares Produktionsfenster von 45% - 50% identifiziert werden. Die zum Vergleich und für weitere Muster hergestellten Vliese wurden soweit wie möglich in diesem Produktionsfenster hergestellt.

Das Einsetzen von viskositätssenkenden Additiven hat im Prozess nicht zur Verbesserung der Eigenschaften geführt. Dies liegt auch daran, dass der Glasübergang des Vorkondensates zu niedrigeren Temperaturen verschoben wird und daraus verfahrenstechnische Nachteile entstehen.

Es konnten jedoch durch Anpassung der Temperaturführung feine, lange Fasern ausgesponnen werden. Bei den so hergestellten Vliesstoffen konnten, wie zur Antragsstellung erwünscht, bessere Festigkeitseigenschaften erzielt werden. Das nachträgliche Verkleben von Faserkreuzungspunkten hat einen noch einmal deutlichen festigkeitssteigernden Effekt.

Während des zweiten Teils der Projektarbeit konnten verschiedene, durch Vernadeln mechanisch stabilisierter MER-Vliesstoffe hergestellt werden. Weiterhin ist es gelungen eine stabile Verbindung zwischen MER-Vliesstoffen und verschiedenen anderen thermoplastischen Vliesstoffen zu erzeugen. Die erhaltenen Verbunde konnten durch den Einsatz von Fremdmaterialien besonders gut Zugkräfte aufnehmen.

Durch die Möglichkeit 2,2 m breite Vliesstoffe durch Vernadeln herzustellen, besteht für zukünftige Zusammenarbeiten mit interessierten KMUs die Möglichkeit Material in für Produktionsanlagen interessanten Breiten bereitzustellen.

4. Wirtschaftliche Verwertung der Vorhabensergebnisse, aktualisierter Verwertungsplan

Die Forschungsergebnisse sind sowohl für das TITK als auch für potentielle Hersteller, Anlagenbauer, Verarbeiter und Anwender interessant, da aufgezeigt werden konnte, dass es praxistaugliche Möglichkeiten gibt, thermoplastisch verarbeitbare Melaminharze in einem Direktprozess zu homogenen Melaminharz-Spinnvliesen zu erzeugen.

Diese Spinnvliese dienen anschließend als Ausgangsmaterial bei der Herstellung

verschiedenartiger Verbundwerkstoffe, die als flammfestes Textil eingesetzt werden können.

Vorrangige Zielgruppen sind neben den Herstellern von Teppichträgermaterialien, die Hersteller von Filtermaterialien, Schutzbekleidung sowie Feuerblockertextilien im Möbel- und Matratzenbereich, Sitzpolster und. Diesen Gruppen ermöglichen die Ergebnisse des Forschungsvorhabens eine Umstellung von mit Flammenschutzmitteln nachträglich imprägnierten Schutztextilien bzw. die Substitution teurer Hochleistungsfasern auf einen wettbewerbsfähigen, inert flammfesten Vliesstoff auf Melaminharzbasis, der in einem kontinuierlichen Prozess erzeugt werden kann.

So ist es im Projekt gelungen, die Festigkeit des Vlieses zu erhöhen. Und eine Reihe prozesstechnischer Schritte konnten entwickelt werden, die die Eigenschaften des Endproduktes verbesserten. Weiter war es möglich Melaminharzspinnvliesstoffe durch Querlegetechnologie auf eine Breite von 2,2 m zur Verfügung zu stellen. Dies ermöglicht es das Material in Teppichherstellungsprozessen zu verwenden.

Mit denen im Projekt gelegten Grundsteinen sind nun weitere Projekte mit KMUs möglich, bei denen herstellerspezifische Fragestellungen bewältigt werden können. So war es, aufgrund der in dem Projekt durchgeführten Untersuchungen möglich in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner ein Kooperationsprojekt zu beginnen (Förderkennzeichen: KF2099114SU1).

5. Bewertung des aktualisierten Verwertungsplanes im Vergleich zum ursprünglichen Verwertungskonzept

Der aktualisierte Verwertungsplan lässt eine erfolgreiche Umsetzung der Forschungsergebnisse erwarten. Es ist vorgesehen in einer Verfahrensüberführung von der kleintechnischen Versuchsanlage in eine Produktionsanlage mit einer Kapazität von 2000 Jahrestonnen am Standort Rudolstadt diese zu errichten und durch ein aus dem Institut auszugründendes Unternehmen zu betreiben.

Durch zahlreiche Kontakte zu interessierten Herstellern von flammhemmenden Textilien in den verschiedenen Bereichen ist eine breite Marktdurchdringung und industrielle Anwendung der Forschungsergebnisse möglich.

Der aktualisierte Verwertungsplan weicht im Wesentlichen nicht vom ursprünglich angenommenen Verwertungskonzept ab und sollte zu den geplanten Vermarktungseffekten führen.

6. Angaben zu erworbenen bzw. angemeldeten Schutzrechten für Vorhabensergebnisse

Es wurde keine Patente eingereicht.

7. Zusammenstellung aller erfolgten bzw. geplanten Veröffentlichungen

Eine öffentliche Präsentation der Projektergebnisse erfolgt auf der TITK-Homepage im Internet unter <http://www.titk.de/3/forschung/forschungsprojekte/> .

Darüber hinaus wurden und werden Mustermaterialien sowie Poster und weitere Informationsblätter auf verschiedenen Veranstaltungen, wie bei der Hannovermesse 2012 oder der Techtextil 2011 und 2013 ausgestellt.

8. Literaturverzeichnis

- [1] DE 102007063664 „Duroplastische Feinstfaservliese sowie Verfahren und Anlagen zu ihrer Herstellung
- [2] DIN EN ISO 11857:2002-06 Textile Bodenbeläge - Bestimmung der Trennfestigkeit
- [3] DIN ISO 16000
- [4] EN ISO 11925-2 Prüfungen zum Brandverhalten - Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung - Teil 2: Einzelflammentest